

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-266623

(43)Date of publication of application : 15.10.1993

(51)Int.Cl.

G11B 21/21

(21)Application number : 04-063216

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 19.03.1992

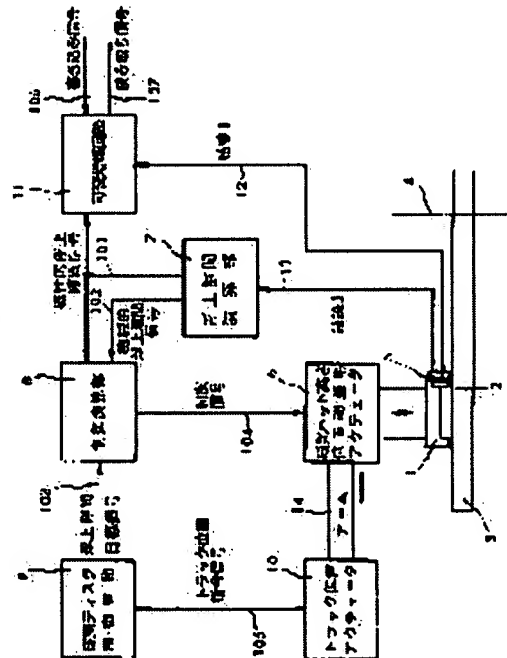
(72)Inventor : KINOSHITA KAZUTO  
MORI SADAO  
SUGAWARA HIROYUKI  
AKATSU TOSHIO

## (54) MAGNETIC DISC UNIT AND FLOATING GAP MEASURING APPARATUS AND SUPPORT THEREFOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To stabilize read/write operation of information by making it possible to measure magnetic floating gap irrespectively of the surface structure of magnetic disc thereby performing magnetic floating gap control even when a protective film is formed on the surface of magnetic film.

**CONSTITUTION:** A support 1 is fixed oppositely to a magnetic disc 3 and floating gap is controlled by means of an actuator 6 for regulating the height of magnetic head. The support 1 is fixed with a magnetic head 2 and an optical converter 5 and then a floating gap target signal 103 is compared with a magnetic floating gap signal 101 and controlled such that the difference becomes zero. At the same time, mechanical floating gap between the magnetic head 2 and the surface of the magnetic disc 3 is preferentially controlled based on a mechanical floating gap signal 102.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The rotation record disk which the magnetic film with which information is recorded was formed and formed the protective coat in the top face of this magnetic film, In the magnetic disk drive equipped with the magnetic head which performs informational read-out or informational writing between this record disk, and the base material which supports this magnetic head The measuring device which measures the 1st distance from the front face of said magnetic film to said magnetic head, and the 2nd distance from said protective coat front face to said magnetic head to said base material, The control operation part which outputs the control signal corresponding to the 1st distance and 2nd distance of said magnetic head based on the distance measurement signal and distance target signal which this measuring device outputs, The magnetic disk drive characterized by forming the actuator for magnetic-head height justification which adjusts said the 1st distance and 2nd distance according to the output signal of this control operation part.

[Claim 2] Said control operation part is a magnetic disk drive according to claim 1 characterized by outputting the control signal which sets said 1st distance constant, gives priority to said 2nd distance over said 1st distance, and is carried out to beyond a predetermined value.

[Claim 3] The magnetic disk drive according to claim 2 characterized by preparing read-out and the write-in circuit of said magnetic head which increase amplification degree when said 1st distance is larger than a predetermined value.

[Claim 4] It is the magnetic disk drive according to claim 1 which forms the storage which memorizes thickness distribution of said protective coat, and is characterized by said control operation part outputting the control signal based on the difference of the signal corresponding to the thickness of said protective coat memorized by this storage, and said distance measurement signal. Said measuring device is a magnetic disk drive according to claim 1 characterized by being what attaches a coil in said base material and measures change of the inductance of this coil.

[Claim 5] The rotation record disk which the magnetic film with which information is recorded was formed and formed the protective coat in the top face of this magnetic film, In the magnetic disk drive equipped with the magnetic head which performs informational read-out or informational writing between this record disk, and the base material which supports this magnetic head The substrate which formed the reflector at the whole surface is attached in said base material at least. To this substrate A light emitting device, The incidence side waveguide which branches to plurality and leads the light which emitted light by this light emitting device to said reflector, Two or more

photo detectors which receive the light which it was led to said reflector and reflected, and output a light-receiving signal on the strength, The reflection side optical waveguide which leads said reflected light to a photo detector is prepared, and said light-receiving signal on the strength is calculated. The 1st distance between said magnetic heads and said magnetic films, The magnetic disk drive characterized by having the control operation part which outputs the control signal corresponding to the distance of both sides with the 2nd distance between said magnetic heads and said protective coats.

[Claim 6] The magnetic disk drive according to claim 5 characterized by preparing the incidence side waveguide which carries out incidence of the light generated in said light emitting device to said substrate by two or more different angles of incidence.

[Claim 7] The rotation record disk which the magnetic film with which information is recorded was formed and formed the protective coat in the top face of this magnetic film, In the magnetic disk drive equipped with the magnetic head which performs informational read-out or informational writing between this record disk, and the base material which supports this magnetic head The substrate which formed the reflector at the whole surface is attached in said base material at least. To this substrate A light emitting device, The incidence side waveguide which branches to plurality and leads the light which emitted light by this light emitting device to said reflector, Two or more photo detectors which receive the light which it was led to said reflector and reflected, and output a light-receiving signal on the strength, Prepare the reflection side optical waveguide which leads said reflected light to a photo detector, and it has the storage which memorizes the calibration data of the light-receiving signal on the strength received by said photo detector. The light-receiving signal on the strength received by said two or more photo detectors is inputted into this storage. The 1st distance between said magnetic heads and said magnetic films, The control operation part which outputs the control signal corresponding to the 2nd distance between said magnetic heads and said protective coats, The magnetic disk drive characterized by forming the actuator for magnetic-head height justification which adjusts said the 1st distance and 2nd distance according to the output signal of this control operation part.

[Claim 8] In the magnetic disk drive equipped with the magnetic head which performs informational read-out or informational writing between the record disk with which a magnetic film is formed and information is recorded, and this record disk, and the base material which supports this magnetic head The measuring device which attaches a coil in said base material, measures the inductance of this coil, and measures the distance between the magnetic head and a magnetic film, The control operation part which outputs the control signal corresponding to the distance between said magnetic heads and said magnetic films based on the distance measurement signal and distance target signal which this measuring device outputs, The magnetic disk drive characterized by forming the actuator for magnetic-head height justification which adjusts said distance according to the output signal of this control operation part.

[Claim 9] The magnetic disk drive according to claim 1 or 5 characterized by preparing the write-in circuit and readout circuitry to which amplification degree is changed based on the difference of said 1st distance signal and a target distance signal.

[Claim 10] The incidence side waveguide which branches to plurality and leads the light which emitted light by the light emitting device and this light emitting device in said reflector to the substrate which formed the reflector in the whole surface at least, Two or more photo detectors which receive the light which it was led to said reflector and reflected, and output a light-receiving signal on the strength, The 1st distance between the magnetic films which prepared the reflection side optical waveguide which leads said reflected light to a photo detector, calculated said light-receiving signal on the strength, and were formed on the magnetic head and a magnetic-recording disk, The surfacing clearance measuring device of the magnetic disk drive characterized by having the operation part which outputs the signal corresponding to both sides with the 2nd distance between said magnetic heads and protective coats formed on said magnetic film.

[Claim 11] The base material characterized by having a surfacing clearance measuring device according to claim 10 and the magnetic head.

[Claim 12] The rotation record disk which the magnetic film with which information is recorded was formed and formed the protective coat in the top face of this magnetic film, In the magnetic disk drive equipped with the magnetic head which performs informational read-out or informational writing between this record disk, and the base material which supports this magnetic head The measuring device which measures the distance from said protective coat front face to said magnetic head to said base material, The control operation part which outputs the control signal corresponding to said distance based on the distance measurement signal and distance target signal which this measuring device outputs, The magnetic disk drive characterized by forming the actuator for magnetic-head height justification which adjusts said distance according to the output signal of this control operation part.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the magnetic disk drive with which the magnetic head accesses the track on a magnetic disk at random.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the magnetic disk drive, the surfacing clearance between sliders is secured by keeping of the force between the slider which carried the magnetic head, the spring force of the dynamic pneumatic spring which acts between magnetic disks, and the spring force which forces a slider on a magnetic disk.

[0003] And in order to secure this surfacing clearance, the surfacing clearance between the magnetic head and a magnetic disk was measured from the tunnel current which flows when the front face of the tunnel electrode attached to the magnetic head and a magnetic disk is made into conductivity like the publication to JP,62-125521,A and between a tunnel electrode and magnetic-disk front faces is conventionally connected to a power source, that value was fed back to the surfacing clearance control device, and the surfacing clearance was fixed.

[0004] Moreover, in other surfacing clearance control units, like the publication to JP,3-40276,A and JP,3-212868,A, the surfacing clearance between the magnetic head and a magnetic disk was measured using the optical means, the value was fed back to the surfacing clearance control unit, and the surfacing clearance was fixed.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Densification progresses in recent years and the magnetic disk drive has also micrified the surfacing clearance between the magnetic head and a

magnetic disk in connection with it. Moreover, it is what has surface complicated structure that a magnetic disk creates a magnetic film using thin film technologies, such as a spatter, and forms a protective coat on this magnetic film from the easy thing which applied magnetic fines to the front face with the binder etc. Therefore, like the former, only in consideration of the outermost surface of a magnetic disk, the surfacing clearance between the actual magnetic head and a magnetic film changed, informational writing and read-out became unstable, and it had the technical problem that the dependability of a magnetic disk drive fell, by having controlled the surfacing clearance.

[0006] Especially, at the time of informational writing, by change of the flux density in a magnetic film, if the fall of the S/N ratio by the lack of magnetization of a magnetic film and a surfacing clearance are small when a surfacing clearance is large, the problem of magnetization of the adjoining Records Department by superfluous magnetization will be produced. Moreover, at the time of read-out of information, the flux density of the magnetic head changes and a read-out signal becomes unstable.

[0007] The purpose of this invention makes stability the surfacing clearance between the magnetic head and a magnetic film regardless of the surface structure of a magnetic disk, and is to offer a reliable magnetic disk drive.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The rotation record disk which the above-mentioned purpose formed in that front face the magnetic film with which information is recorded, and formed the protective coat in the top face of this magnetic film, In the magnetic disk drive equipped with the magnetic head which performs informational read-out or informational writing between this record disk, and the base material which supports this magnetic head The measuring device which measures the surfacing clearance between said magnetic heads from the front face of said magnetic film to said base material, The control operation part which outputs the control signal corresponding to the surfacing clearance between said magnetic heads based on the surfacing clearance measurement signal and surfacing clearance target signal which this measuring device outputs, It is attained by forming the actuator for magnetic-head height justification which adjusts said surfacing clearance according to the output signal of this control operation part.

[0009] Moreover, the rotation record disk which formed in that front face the magnetic film with which information is recorded, and formed the protective coat in the top face of this magnetic film, In the magnetic disk drive equipped with the magnetic head which performs informational read-out or informational writing between this record disk, and the base material which supports this magnetic head The substrate which formed the reflector at the whole surface is attached in said base material at least. To this substrate A light emitting device, The incidence side waveguide which branches to plurality and leads the light which emitted light by this light emitting device to said reflector, Two or more photo detectors which receive the light which it was led to said reflector and reflected, and output a light-receiving signal on the strength, Prepare the reflection side optical waveguide which leads said reflected light to a photo detector, and it has the storage which memorizes the calibration data of the light-receiving signal on the strength received by said photo detector. The light-receiving signal on the strength received by said two or more photo detectors is inputted into this storage. The 1st surfacing clearance between said magnetic heads and said magnetic films, It is attained by forming the control operation part which outputs the control signal corresponding to the 2nd surfacing clearance between said magnetic heads and said protective coats, and the actuator for magnetic-head height justification which adjusts said surfacing clearance according to the output signal of this control operation part.

[0010] Moreover, it sets to the magnetic disk drive equipped with the magnetic head which performs informational read-out or informational writing between the record disk with which a magnetic film is formed and information is recorded, and this record disk, and the base material which supports this magnetic head. The measuring device which attaches a coil in said base material, measures the inductance of this coil, and measures the surfacing clearance between the magnetic head and a

magnetic film, The control operation part which outputs the control signal corresponding to the surfacing clearance between said magnetic heads and said protective coats based on the surfacing clearance measurement signal and surfacing clearance target signal which this measuring device outputs, It is attained by forming the actuator for magnetic-head height justification which adjusts said surfacing clearance according to the output signal of this control operation part.

[0011]

[Function] The magnetic film for recording information on the record disk which records information is prepared, and the protective coat is formed in the top face of this magnetic film. Thereby, the head crash of the magnetic head is prevented. Moreover, in order to measure the surfacing clearance between the magnetic head and these two film front faces, the measuring device which measures a surfacing clearance to the base material which supports the magnetic head is formed.

[0012] And when this measuring device is optical equipment, it asks for the surfacing clearance between a magnetic film front face and the magnetic head, and the thickness of a protective coat by measuring the reflectivity of total reflection light, and a head crash is prevented. By the way, if placed between measurement fields by a protective coat and the magnetic film, light is sucked out of a total reflection side by the measurement field, and reflected light reinforcement can weaken. If whenever [ incident angle ] is changed, since reflected light reinforcement changes with the differences between protective coat thickness and a refractive index, if incidence of the light is carried out to a total reflection side and the reflected light is also measured at an angle of some by whenever [ incident angle / some ], protective coat thickness and the surfacing clearance between the magnetic heads will be called for. This surfacing clearance is controlled and the magnetic head is positioned in the optimal surfacing clearance by which a read-out signal or a write-in signal is stabilized most. Moreover, when the magnetic head is in the critical region from which a head crash may be started, it is made to evacuate from a critical region promptly.

[0013] Moreover, a coil can be wound around a base material and it can ask for the surfacing clearance between the magnetic head and a magnetic film also from change of the reactance of this coil. Here, if it asks for the protective coat thickness distribution beforehand, since the clearance on the magnetic head and the front face of a protective coat will be called for, the head crash of the magnetic head can be prevented.

[0014]

[Example] One example of this invention is shown in drawing 1 . The magnetic disk 3 which rotates the center of rotation 4 as a core is met, and the base material 1 is attached. And a base material 1 has a surfacing clearance from the front face of a magnetic disk 3 controlled by the actuator 6 for magnetic-head height justification. Here, a surfacing clearance is the distance from each front face to the magnetic head. That is, a mechanical surfacing clearance is the distance from a protective coat front face to the magnetic head, and a magnetic-like surfacing clearance is the distance from a magnetic film to the magnetic head. The actuator 6 for magnetic-head height justification is connected with the truck location actuator 10 by the arm 14, and moves to radial [ of a magnetic disk 3 ] with the truck location command signal 105 of the magnetic-disk control circuit 9. As shown in drawing 2 , the magnetic head 2 is attached in the side face of a base material 1, and is electrically connected to the adjustable amplifying circuit 11 by connection I12. And the write-in signal 106 with which amplification degree was controlled by the magnetic-like surfacing clearance signal 101 is written in a magnetic disk 3. Or the information on a magnetic disk 3 is read and it changes into the read-out signal 107.

[0015] The optical converter 5 makes height at the bottom in agreement with the base of the optical converter 5, and is attached in the side face of a base material 1. And it is electrically connected with connection II13 to the surfacing clearance operation part 7, and the surfacing clearance between a base material 1 and a magnetic disk 3 is measured. And only the magnetic-like surfacing clearance signal 101 sends the magnetic-like surfacing clearance signal 101 and the mechanical surfacing clearance signal 102 also to the adjustable amplifying circuit 11 at the control

operation part 8. The control operation part 8 compares the surfacing clearance target signal 103 from the magnetic-disk control circuit 9 with said magnetic-like surfacing clearance signal 101, and it controls it so that the deflection becomes zero. Moreover, delivery and a mechanical surfacing clearance are controlled for the control signal 103 which controls the mechanical surfacing clearance formed between the magnetic head 2 and the magnetic-disk 3 outermost surface by the mechanical surfacing clearance signal 102 to the actuator 6 for magnetic-head height justification. [0016] Next, the detail of the optical converter 5 and the surfacing clearance operation part 7 is explained. The configuration of the optical converter 5 and the surfacing clearance operation part 7 is shown in drawing 3. Each optical element of the optical converter 5 was known from the former, and is indicated by the Nishihara \*\*\*\* "an optical integrated circuit" (the Ohm-Sha \*\*, 1985). The light emitting device 17 in which the optical converter 5 was formed on the substrate 16, 20d of photo detectors which prepared the light from a light emitting device 17 in the light emitting device 17 side, and the optical waveguides 21a and 21b led to the incident light waveguides 18a-18c, Three incident light waveguides 18a-18c which lead the light of optical waveguide 21a to the lower limit side (it is hereafter called the total reflection side 15) of a substrate 16, (The above being prepared in a light emitting device 17 side) with 20d of photo detectors which detect the optical reinforcement of optical waveguide 21b, and the reflected light waveguides 19a-19c which lead the light reflected in respect of [ 15 ] total reflection to photo detectors 20a-20c, Since (the above prepares in the side which does not have a light emitting device, i.e., reflection) with the photo detectors 20a-20c which detect the above-mentioned luminous intensity, it is constituted. The light which comes out to an upper limit side among the light which emitted light by the light emitting device 17 is led to 20d of photo detectors through optical waveguide 21b, and 20d output of this photo detector is used as a signal which controls the luminescence reinforcement of a light emitting device 17. The light which came out to the lower limit side is divided into three through optical waveguide 21a, and is drawn to the total reflection side 15 by the incident light waveguides 18a-18c. About the reason for carrying out incident light for 3 minutes, it mentions later. At this time, the include angle which carries out incidence to the total reflection side 15 is  $i_1$  and  $i_2$  respectively. And  $i_3$  It has become. These [  $i_1$  ] and  $i_2$  And  $i_3$  Corresponding to the include angle which the light which carried out incidence reflects, the reflected light waveguides 19a-19c are formed at the include angle, the reflected light is led to photo detectors 20a-20c, and reflected light reinforcement is detected. In this example, an optical element is formed into a thin film and optical waveguide is also formed on a print etc. into the thin film. The surfacing clearance operation part 7 consists of Amplifiers 23a-23d, the A/D-conversion section 27, translation table I29a, translation table II29b, D/A transducer I30a, D/A transducer II30b, and a light emitting device drive circuit 28. And the light emitting device 17 is made to emit light with the light emitting device driving signal 26 which is the output of the light emitting device drive circuit 28. Moreover, 22d of signals on the strength [ optical ] detected by 20d of photo detectors prepared in the light emitting device side is amplified by 23d of amplifiers, it feeds back to the light emitting device drive circuit 28 as a luminescence output signal, and the radiant power output is fixed. The light-receiving signals 22a-22c on the strength detected by photo detectors 20a-20c are amplified with Amplifier 23a-23c, and are led to the A/D-conversion section 27 as reflection factor signals 24a-24c. And after changing the digitized signal into the surfacing clearance signal digitized using translation table I29a and translation table II29b, the surfacing clearance measurement signal I(magnetic-like surfacing clearance signal) 101 and the surfacing clearance measurement signal II(mechanical surfacing clearance signal) 102 are computed by being analog-signal-ized by D/A transducer I30a and D/A transducer II30b, respectively.

[0017] If the magnetic disk 3 is distant from the total reflection side 15 of a substrate enough, total reflection of the incident light will be carried out in respect of total reflection. The output of the photo detectors 20a-20c at that time presupposes that it is a reflection factor 1. This means that a reflection factor can be specified by [ which have the variation in the light-receiving sensibility of



photo detectors 20a-20c, or has variation etc. in the transmission characteristic of each waveguide ] adjusting and normalizing the amplification degree of Amplifier 23a-23c in the state of total reflection, even if it melts.

[0018] Next, the case where a magnetic disk 3 approaches a total reflection side is explained. The general surface structure of a magnetic disk 3 is shown in drawing 4 . The magnetic film 52 was formed in the front face of the base 51, and the front face is protected by the protective coat 53. In order to ask for the optimal magnetism-surfacing clearance between the magnetic head 2 and magnetic film 52 front face for such structure, while the protective coat had been included in the surfacing clearance, it is necessary to measure.

[0019] Here, an optimal magnetism-surfacing clearance is obtained when a head is located in the place separated from the front face of a magnetic film 52 in regularity height, and similarly, the minimum of a mechanical surfacing clearance is obtained, when a head is located in the place separated from the front face of a protective coat 53 in regularity height. Therefore, it may become the location which is distant from a disk side from the head location where the minimum of a mechanical surfacing clearance serves as an optimal magnetism-surfacing clearance with the variation in the thickness of a protective coat and a magnetic film, and the wave and irregularity of the base. It is especially easy to produce such an inversion phenomenon in the thick place of a protective coat. It becomes a contact critical region, and a call and one factor which this causes a head crash about this location. Therefore, it is necessary to avoid such a phenomenon.

[0020] Hereafter, the contact evasion approach and the measuring method of a surfacing clearance are explained. The surfacing clearance in the case of having arranged the substrate 16 on a protective coat 53 and the relation of a reflection factor are shown in drawing 5 and drawing 6 . Drawing 5 is drawing which made the axis of abscissa the magnetic-like surfacing clearance, made the axis of ordinate the reflection factor, made the parameter thickness (0nm, 10nm, 20nm, 30nm, 40nm, 50nm) of a typical protective coat, and expressed with the case where it is the optical waveguide whose incident angle is 45 degrees. The incident angle is made into a magnetic-like surfacing clearance, 45 degrees which protective coat thickness tends to separate, and 65 degrees here that what is necessary is just beyond the critical angle that becomes settled with the refractive index of a substrate 16. in addition, the refractive index of a protective coat assumes the carbon spatter film -- the refractive index of  $2.4-0.6i$  ( $i$  expresses the imaginary part of complex index of refraction) and a magnetic film assumes the chromium film -- it was referred to as  $2.7-3.0i$ . Drawing 6 is drawing which expressed with the case where it is the optical waveguide whose incident angle is 65 degrees drawing 5 similarly. As shown in these drawings, change of a reflection factor [ as opposed to a surfacing clearance in the way of 65-degree optical waveguide ] is larger than 45-degree optical waveguide, and it is changing also with the thickness of a protective coat. Therefore, if it asks for a magnetic-like surfacing clearance and a mechanical surfacing clearance (magnetic-like surfacing clearance-protective coat thickness), it will become drawing 7 and drawing 8 from the reflection factor of these two include angles. A parameter is asked for the table of the reflection factor of 65-degree optical waveguide [ as opposed to the reflection factor of 45 degree optical waveguide for the measured value of a magnetic-like surfacing clearance ] from these two drawings, and if it is memorized and put on translation table I29a and translation table II29b, the magnetic-like surfacing clearance signal 101 and the mechanical surfacing clearance signal 102 will be acquired from reflected light reinforcement.

[0021] The above explanation is about the case where the quality of the material of a protective coat does not change. In this case, since the number of variable parameters was two, the number of incident angles required to search for a magnetic-like surfacing clearance signal and a mechanical surfacing clearance signal two, but when a parameter increases, it can respond by increasing the class of incident angle if needed. This is a reason for having carried out incident light waveguide for 3 minutes in the example mentioned above.

[0022] The control operation part 8 compares the surfacing clearance target signal 103 from the



magnetic-disk control circuit 9 with said magnetic-like surfacing clearance signal 101, move a control signal 104 slightly to the actuator 6 for magnetic-head height justification, and it makes delivery and a base material 1 move slightly in the vertical direction so that the deflection may become zero, and controls a surfacing clearance. In addition, that the mechanical surfacing clearance signal 102 becomes smaller than threshold value means possibility that a base material 1 and a magnetic disk 3 will contact. Then, priority is given to a mechanical surfacing clearance over a magnetic-like surfacing clearance, a control signal 104 is amended so that threshold value may be secured, and contact of a base material 1 and a magnetic disk 3 is avoided. At this time, a magnetic-like surfacing clearance becomes larger than an optimum value, and the fall of the signal level by the increment in a magnetic-like surfacing clearance arises. Moreover, the magnetic-like surfacing clearance signal 101 also becomes large. According to this magnetic-like surfacing clearance signal, the amplification degree of the adjustable amplifying circuit 11 is increased, a fallen part of the signal by the increment in a magnetic-like surfacing clearance is compensated, and overall amplification degree is fixed. Thereby, the dependability of write-in read-out of information improves.

[0023] Moreover, change of a magnetic-like surfacing clearance is quick, when delay arises in the response of the actuator 6 for magnetic-head height justification, a magnetic-like surfacing clearance does not become fixed, but deflection arises. Also in this case, according to the magnetic-like surfacing clearance signal 101, the amplification degree of the adjustable amplifying circuit 11 is fluctuated, a changed part of the signal by the change in a magnetic-like surfacing clearance is amended, and it becomes possible to make overall amplification degree regularity.

[0024] The detail of the adjustable amplifying circuit 11 is shown in drawing 9 and drawing 10.

Drawing 9 is the approach of writing in. The write-in signal 106 drives transistors 33-36 through the head drive circuit 37, and performs a sink and writing for a current to the magnetic head 2. At this time, the constant current power supply 32 is connected to the power source 31 and the serial, and write-in level which changes with change of a magnetic-like surfacing clearance is fixed by controlling that current value using the magnetic-like surfacing clearance signal 101. The reading approach is shown in drawing 10. Although the signal level from the magnetic head 2 changes with magnetic-like surfacing clearances, it becomes possible [ making level of the reading signal 107 regularity ] by controlling the amplification degree of the amplification degree adjustable amplifier 38 using the magnetic-like surfacing clearance signal 101.

[0025] Next, how to compute the magnetic-like surfacing clearance signal 101 from the mechanical surfacing clearance signal 102 is described. This approach can be applied when only a mechanical surfacing clearance signal is measurable as a surfacing clearance signal. The operation approach is shown in drawing 11. A magnetic-disk front face is divided into the number of partitions required for a hand of cut and the truck location direction, address attachment is carried out, the thickness of the protective coat in the part is measured beforehand, and it memorizes on the protective coat thickness storage table 42. If ordered by the high order calculating machine, a magnetic-disk rotation location and a truck location will read the protective coat Atsunobu number 108 to which the magnetic-disk rotation position signal 109 and the truck position signal 110 corresponded from the protective coat thickness storage table 42, and will send to the magnetic-like surfacing clearance arithmetic circuit 41. In the magnetic-like surfacing clearance arithmetic circuit 41, the protective coat Atsunobu number 108 and the mechanical surfacing clearance signal 102 are added, and the magnetic-like surfacing clearance signal 101 is computed. The same control as the above-mentioned is possible also by this signal.

[0026] Other examples of this invention are explained using drawing 12 and drawing 13. The record playback core 61 which constitutes the magnetic head 2, and the record tickler coil 62 are formed in the side face of a base material 1, and these are performing informational record playback to the magnetic film 52. The measurement coil 64 rolled so that the measurement core 63 made to the surroundings of this with the magnetic substance and the line of magnetic force which flows the

inside of it could be detected is formed. Thus, if constituted, the inductance of the measurement coil 64 is in inverse proportion to the magnetic-path resistance decided with the measurement core 63, a magnetic-like surfacing clearance, and a magnetic film 52. Although magnetic-path resistance of the measurement core 63 and a magnetic film 52 is fixed in this magnetic-path resistance, magnetic-path resistance of a magnetic-like surfacing clearance changes in proportion to a magnetic-like surfacing clearance. Therefore, the inductance of the measurement coil 64 is measured and the magnetic-like surfacing clearance signal 101 is acquired by changing the measured value. However, it is necessary to make flux density of the magnetic flux which flows a magnetic film 52 in this case below into the amount which does not rewrite the contents of record of a magnetic film 52. A magnetic-like surfacing clearance is controllable by forming the measurement core 63 and the measurement coil 64, and preparing the test section of the above-mentioned inductance, and a converter in the surfacing clearance operation part 7 instead of the optical converter 5 of drawing 1 . However, it cannot ask for a mechanical surfacing clearance on the essence of the detection approach. In addition, although influenced of the magnetic-recording pattern on a magnetic film etc., the above-mentioned control can also measure the inductance of magnetic-head 2 itself.

[0027] In addition, if the magnetic head carries out the location which a measuring device measures ahead from the location read or written in when the location which a measuring device measures differs from the location which the magnetic head reads or writes in, as shown in drawing 2 , this invention can be carried out better. moreover, in this case, if the measurement data of a measuring device is processed with a time lag, since the engine speed of a magnetic disk will be about 1 law, it can feed back as data in the location where the magnetic head was positioned, and positioning of the magnetic head stabilized more can be performed.

[0028]

[Effect of the Invention] According to this invention, since a magnetic-like surfacing clearance can be measured regardless of thickness change of the protective coat of a magnetic disk, it is effective in a magnetic-like surfacing clearance being uniformly controllable. Moreover, when a mechanical surfacing clearance becomes below the threshold value that a base material and a magnetic disk contact while performing this control, it is controlling to make it larger than threshold value. With it, it writes in according to the value of the increasing magnetic-like surfacing clearance, the amplification degree of a signal and a read-out signal is changed, and informational writing and read-out level are fixed. Consequently, it is effective in informational dependability improving.

[0029]

---

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram of one example of this invention.

[Drawing 2] It is the perspective view of a base material.

[Drawing 3] It is the mimetic diagram of an optical converter.

[Drawing 4] It is a sectional view on the front face of a magnetic disk.

[Drawing 5] It is drawing showing the reflection factor of 45-degree optical waveguide.

[Drawing 6] It is drawing showing the reflection factor of 65-degree optical waveguide.

[Drawing 7] It is drawing showing the table of a magnetic-like surfacing clearance.

[Drawing 8] It is drawing showing the table of a mechanical surfacing clearance.

[Drawing 9] It is drawing showing a write-in approach.

[Drawing 10] It is drawing showing the read-out approach.

[Drawing 11] It is drawing showing the operation approach of a magnetic-like surfacing clearance.

[Drawing 12] It is the explanatory view of the magnetic-like measuring method.

[Drawing 13] It is the A-A sectional view of drawing 12 .

[Description of Notations]

1 -- Base Material

2 -- Magnetic Head

3 -- Magnetic Disk

5 -- Optical Converter

6 -- Actuator for Magnetic-Head Height Justification

7 -- Surfacing Clearance Operation Part

8 -- Control Operation Part

9 -- Magnetic-Disk Control Circuit

11 -- Adjustable Amplifying Circuit

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

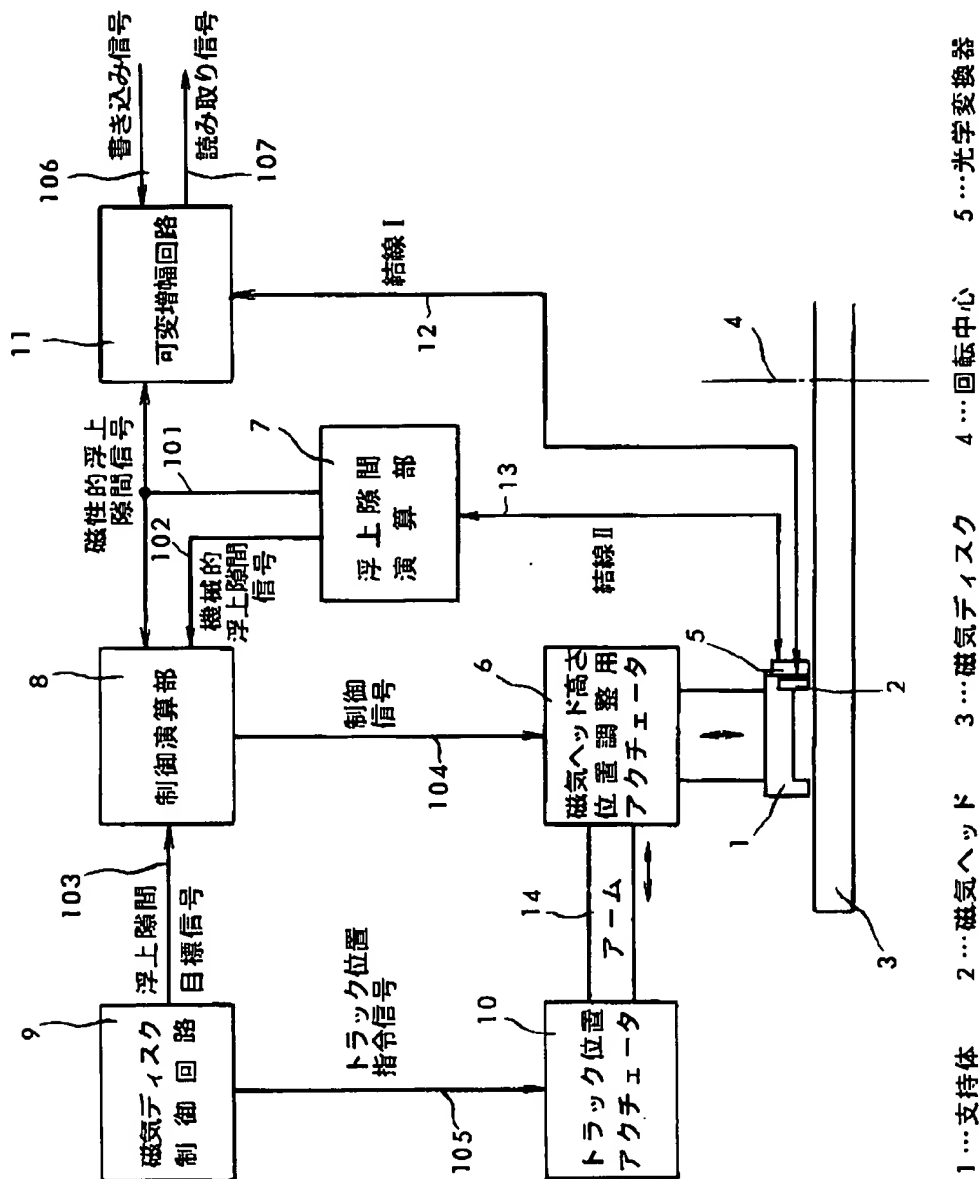
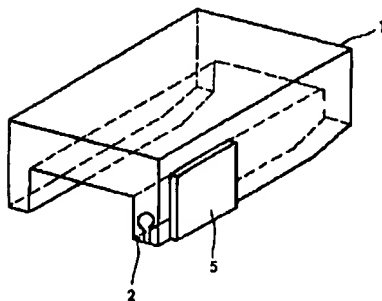
3.In the drawings, any words are not translated.

---

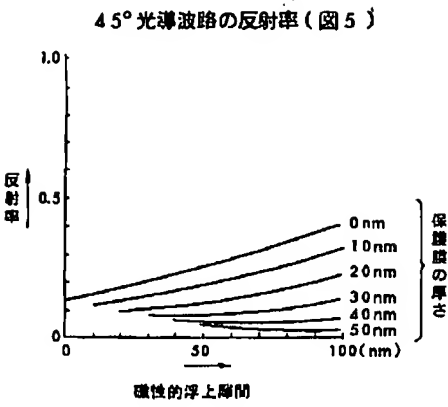
## DRAWINGS

[Drawing 1]

磁気ディスク装置の構成図(図1)

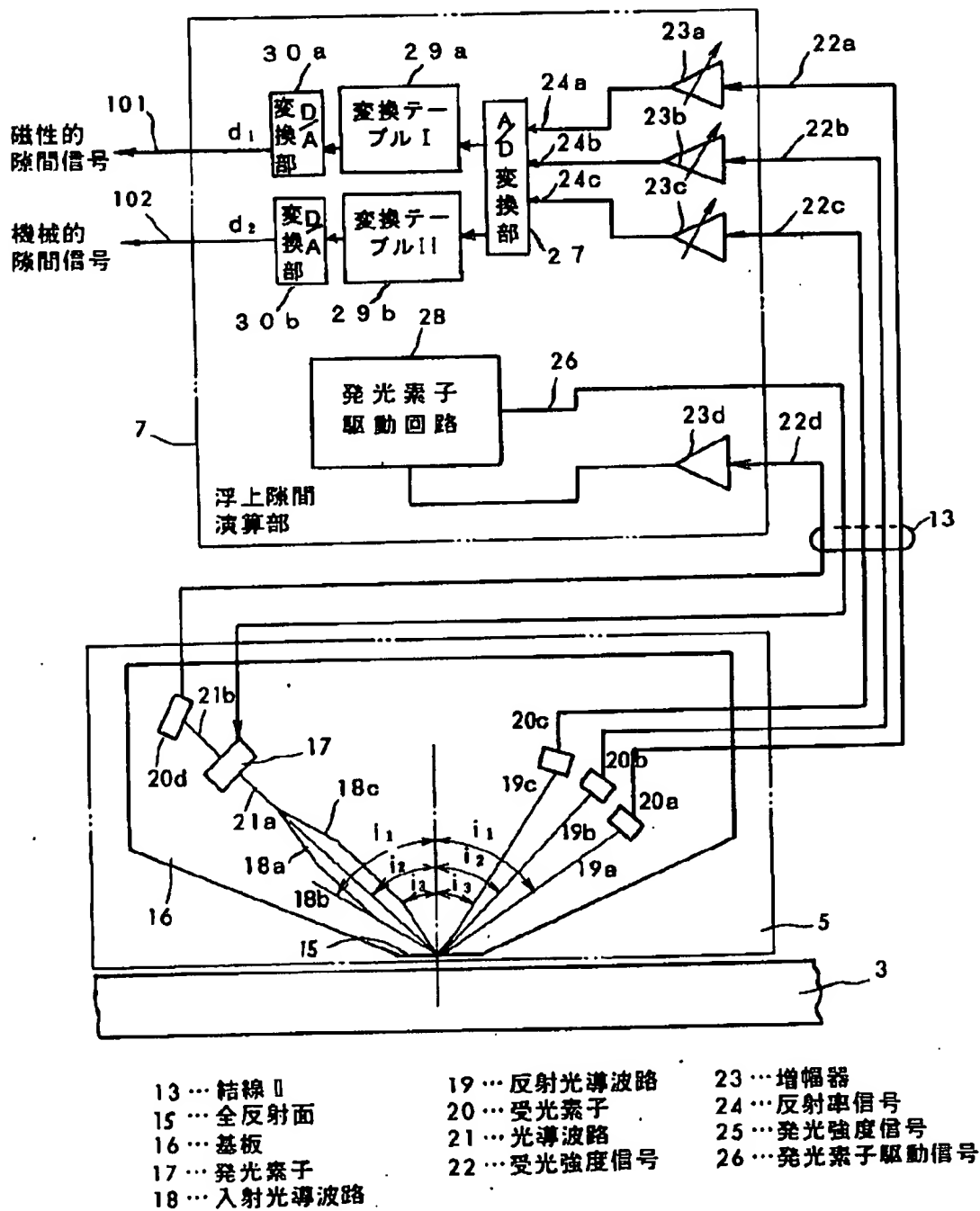
[Drawing 2]  
支持体の詳細図(図2)

[Drawing 5]



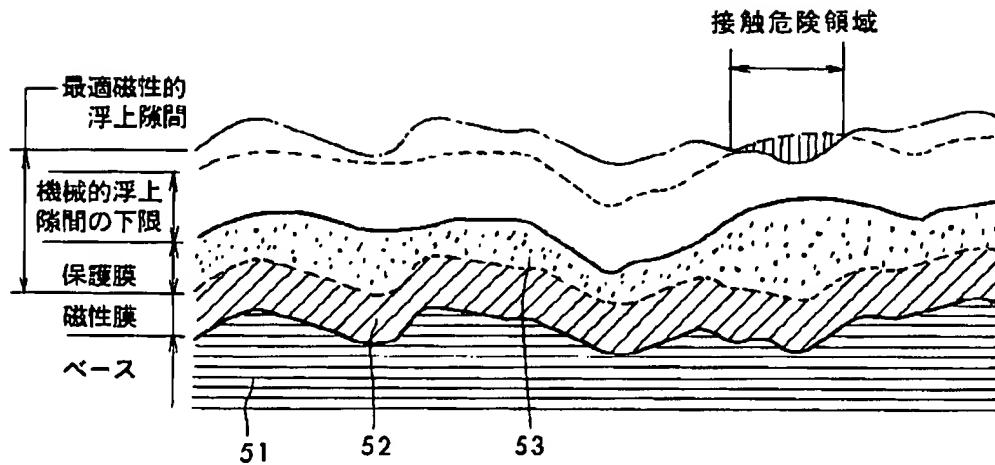
[Drawing 3]

光学変換器の詳細図(図3)



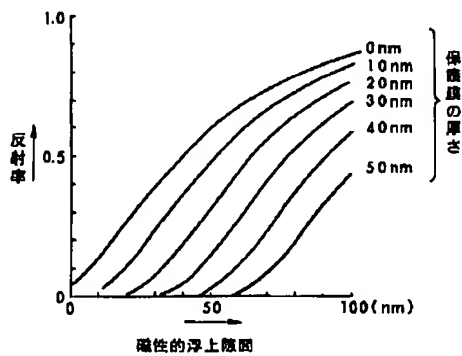
[Drawing 4]

磁気ディスク表面の断面図 (図4)



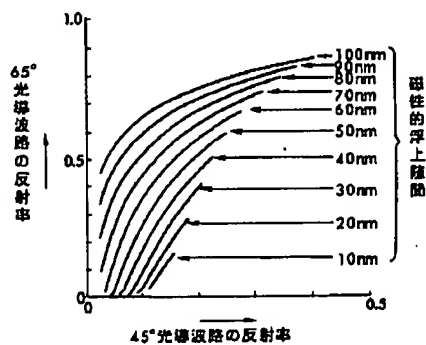
[Drawing 6]

65°光導波路の反射率 (図6)



[Drawing 7]

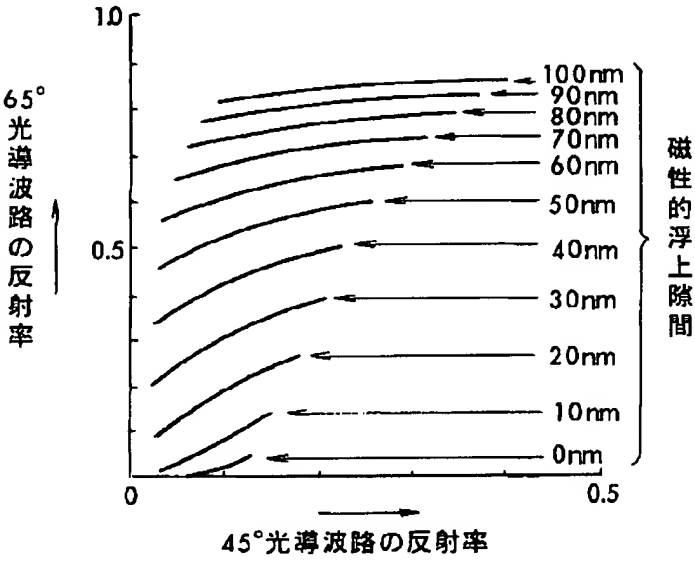
磁性的浮上隙間 (図7)



[Drawing 8]

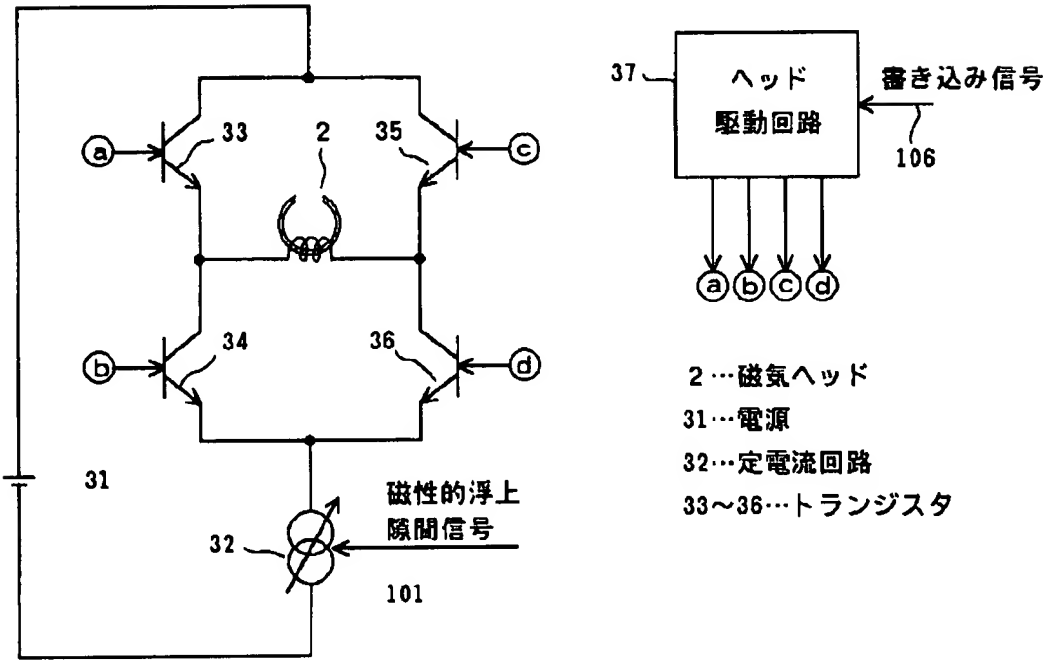


機械的浮上隙間 ( 図 8 )



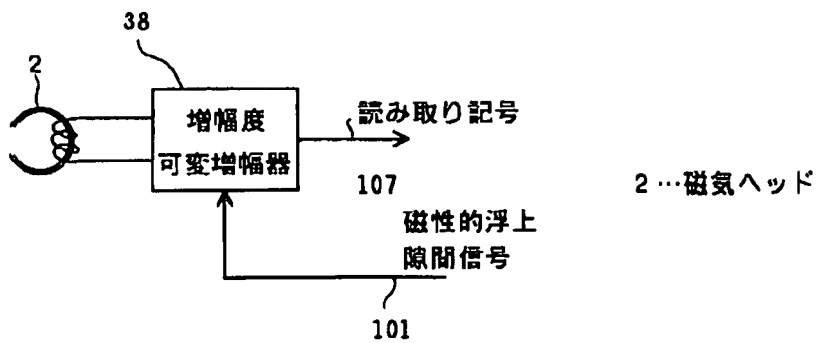
[Drawing 9]

書き込み方法 ( 図 9 )



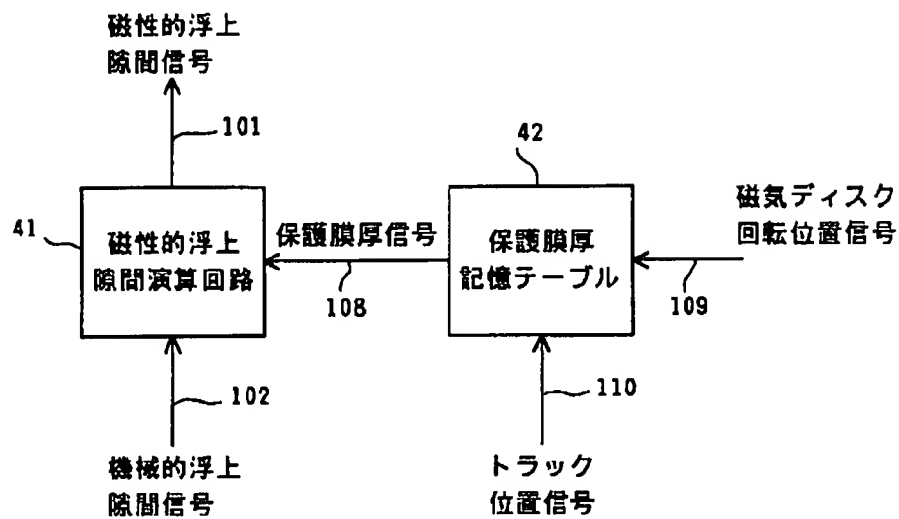
[Drawing 10]

## 読み取り方法 (図 10)



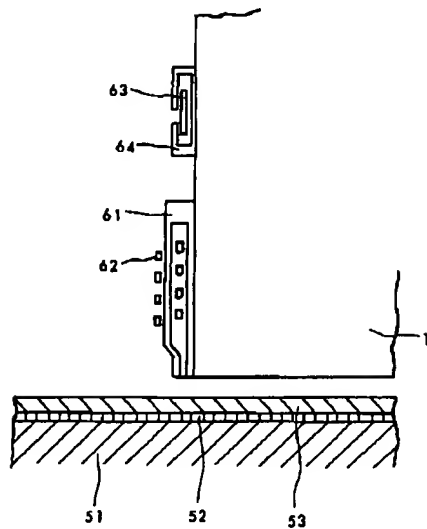
[Drawing 11]

## 磁性的浮上隙間演算方法 (図 11)



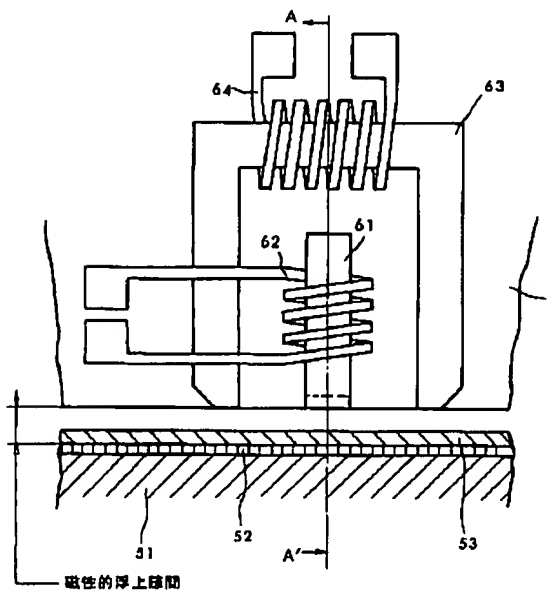
[Drawing 13]

図12のA-A'断面図(図13)



[Drawing 12]

磁気的測定法の説明図(図12)



- |               |                |
|---------------|----------------|
| 51 ... ベース    | 62 ... 記録再生コイル |
| 52 ... 磁性膜    | 63 ... 測定コア    |
| 53 ... 保護膜    | 64 ... 測定コイル   |
| 61 ... 記録再生コア |                |

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-266623

(43)公開日 平成5年(1993)10月15日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 1 1 B 21/21

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 9197-5D

審査請求 未請求 請求項の数12(全 12 頁)

(21)出願番号

特願平4-63216

(22)出願日

平成4年(1992)3月19日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 木下 和人

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72)発明者 森 貞雄

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72)発明者 菅原 弘之

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(74)代理人 弁理士 高田 幸彦

最終頁に続く

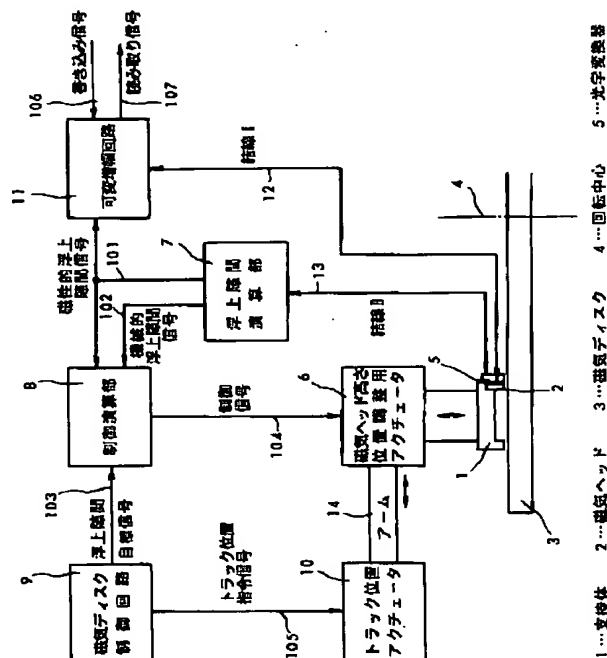
(54)【発明の名称】 磁気ディスク装置、磁気ディスク装置の浮上隙間測定装置、および支持体

(57)【要約】

【構成】支持体1が磁気ディスク3に対面して取付けられ、磁気ヘッド高さ位置調整用アクチュエータ6により浮上隙間を制御される。この支持体1に磁気ヘッド2と光学変換器5を取り付けて、浮上隙間目標信号103と磁性的浮上隙間信号101とを比較し、その偏差がゼロになるように制御する。それとともに機械的浮上隙間信号102により磁気ヘッド2と磁気ディスク3表面との機械的浮上隙間をも優先的に制御する。

【効果】磁気ディスク表面の構造に無関係に磁性的浮上隙間を測定できるので、磁性膜表面に保護膜が形成されている場合でも磁性的浮上隙間制御を行え、情報の書き込み、読み出しが安定する。

磁気ディスク装置の構成図(図1)



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】情報が記録される磁性膜が形成され、この磁性膜の上面に保護膜を形成した回転記録円板と、この記録円板との間で情報の読み出し又は書き込みを行う磁気ヘッドと、この磁気ヘッドを支持する支持体とを備えた磁気ディスク装置において、前記支持体に前記磁性膜の表面から前記磁気ヘッドまでの第 1 の距離と前記保護膜表面から前記磁気ヘッドまでの第 2 の距離とを測定する測定装置と、この測定装置が出力する距離測定信号と距離目標信号とに基づいて前記磁気ヘッドの第 1 の距離及び第 2 の距離に対応した制御信号を出力する制御演算部と、この制御演算部の出力信号に応じて前記第 1 の距離及び第 2 の距離を調節する磁気ヘッド高さ位置調整用アクチュエータとを設けたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 2】前記制御演算部は、前記第 1 の距離を一定とし、前記第 2 の距離を前記第 1 の距離に優先して所定値以上とする制御信号を出力することを特徴とする請求項 1 に記載の磁気ディスク装置。

【請求項 3】前記第 1 の距離が所定値より大きいときに増幅度を増す前記磁気ヘッドの読み出しおよび書き込み回路を設けたことを特徴とする請求項 2 に記載の磁気ディスク装置。

【請求項 4】前記保護膜の膜厚分布を記憶する記憶装置を設け、前記制御演算部は、この記憶装置に記憶された前記保護膜の膜厚に対応する信号と前記距離測定信号との差に基づいた制御信号を出力することを特徴とする請求項 1 に記載の磁気ディスク装置。前記測定装置は、前記支持体にコイルを取り付け、このコイルのインダクタンスの変化を測定するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気ディスク装置。

【請求項 5】情報が記録される磁性膜が形成され、この磁性膜の上面に保護膜を形成した回転記録円板と、この記録円板との間で情報の読み出し又は書き込みを行う磁気ヘッドと、この磁気ヘッドを支持する支持体とを備えた磁気ディスク装置において、前記支持体に少なくとも一面に反射面を形成した基板を取り付け、この基板に発光素子と、この発光素子で発光した光を複数に分岐し前記反射面に導く入射側導波路と、前記反射面に導かれて反射した光を受光して受光強度信号を出力する複数の受光素子と、前記反射した光を受光素子に導く反射側光導波路とを設け、前記受光強度信号を演算して前記磁気ヘッドと前記磁性膜との間の第 1 の距離と、前記磁気ヘッドと前記保護膜との間の第 2 の距離との双方の距離に対応する制御信号を出力する制御演算部とを備えたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 6】前記基板に、前記発光素子で発生した光を異なる 2 以上の入射角で入射させる入射側導波路を設けたことを特徴とする請求項 5 に記載の磁気ディスク装置。

【請求項 7】情報が記録される磁性膜が形成され、この磁性膜の上面に保護膜を形成した回転記録円板と、この記録円板との間で情報の読み出し又は書き込みを行う磁気ヘッドと、この磁気ヘッドを支持する支持体とを備えた磁気ディスク装置において、前記支持体に少なくとも一面に反射面を形成した基板を取り付け、この基板に発光素子と、この発光素子で発光した光を複数に分岐し前記反射面に導く入射側導波路と、前記反射面に導かれて反射した光を受光して受光強度信号を出力する複数の受光素子と、前記反射した光を受光素子に導く反射側光導波路とを設け、前記受光素子により受光された受光強度信号の校正データを記憶する記憶装置を有し、この記憶装置に前記複数の受光素子により受光された受光強度信号を入力して前記磁気ヘッドと前記磁性膜との間の第 1 の距離と、前記磁気ヘッドと前記保護膜との間の第 2 の距離とに対応する制御信号を出力する制御演算部と、この制御演算部の出力信号に応じて前記第 1 の距離および第 2 の距離を調節する磁気ヘッド高さ位置調整用アクチュエータとを設けたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 8】磁性膜が形成され情報が記録される記録円板と、該記録円板との間で情報の読み出しまたは書き込みを行う磁気ヘッドと、該磁気ヘッドを支持する支持体とを備えた磁気ディスク装置において、

前記支持体にコイルを取り付け、該コイルのインダクタンスを測定して磁気ヘッドと磁性膜との間の距離を測定する測定装置と、この測定装置が出力する距離測定信号と距離目標信号とに基づいて前記磁気ヘッドと前記磁性膜との間の距離に対応する制御信号を出力する制御演算部と、この制御演算部の出力信号に応じて前記距離を調節する磁気ヘッド高さ位置調整用アクチュエータとを設けたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 9】前記第 1 の距離信号と目標距離信号との差に基づいて、増幅度を变化させる書き込み回路及び読み出し回路を設けたことを特徴とする請求項 1 または請求項 5 に記載の磁気ディスク装置。

【請求項 10】少なくとも一面に反射面を形成した基板に、発光素子と、この発光素子で発光した光を複数に分岐し前記反射面に導く入射側導波路と、前記反射面に導かれて反射した光を受光して受光強度信号を出力する複数の受光素子と、前記反射した光を受光素子に導く反射側光導波路とを設け、

前記受光強度信号を演算して磁気ヘッドと磁気記録円板上に形成された磁性膜との間の第 1 の距離と、前記磁気ヘッドと前記磁性膜上に形成された保護膜との間の第 2 の距離との双方に対応した信号を出力する演算部とを備えたことを特徴とする磁気ディスク装置の浮上隙間測定装置。

【請求項 11】請求項 10 に記載の浮上隙間測定装置と、磁気ヘッドとを備えたことを特徴とする支持体。

【請求項 12】情報が記録される磁性膜が形成され、この磁性膜の上面に保護膜を形成した回転記録円板と、この記録円板との間で情報の読み出し又は書き込みを行う磁気ヘッドと、この磁気ヘッドを支持する支持体とを備えた磁気ディスク装置において、前記支持体に、前記保護膜表面から前記磁気ヘッドまでの距離を測定する測定装置と、この測定装置が出力する距離測定信号と距離目標信号とに基づいて前記距離に対応した制御信号を出力する制御演算部と、この制御演算部の出力信号に応じて前記距離を調節する磁気ヘッド高さ位置調整用アクチュエータとを設けたことを特徴とする磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気ヘッドが磁気ディスク上のトラックをランダムにアクセスする磁気ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置では、磁気ヘッドを搭載したスライダと磁気ディスク間に作用する動的な空気パネのバネ力と、スライダを磁気ディスクに押しつけるバネ力との間の力の釣合によりスライダの浮上隙間を確保している。

【0003】そして、この浮上隙間を確保するために、従来は、特開昭 62-125521 号公報に記載のように、磁気ヘッドに付けられたトンネル電極及び磁気ディスクの表面を導電性とし、トンネル電極と磁気ディスク表面との間を電源に接続したときに流れるトンネル電流から磁気ヘッドと磁気ディスク間の浮上隙間を測定し、その値を浮上隙間制御装置にフィードバックして浮上隙間を一定にしていた。

【0004】また、他の浮上隙間制御装置では、特開平 3-40276 号公報および特開平 3-212868 号公報に記載のように、光学的手段を用いて磁気ヘッドと磁気ディスク間の浮上隙間を測定し、その値を浮上隙間制御装置にフィードバックし浮上隙間を一定にしていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】磁気ディスク装置は近年高密度化が進み、それにともない磁気ヘッドと磁気ディスクの浮上隙間も微小化している。また、磁気ディスクは磁性微粉をバインダにより表面に塗布した簡単ものから、スパッタ等の薄膜技術を使用して磁性膜を作成し、この磁性膜の上に保護膜を形成する等、表面の構造が複雑なものになっている。したがって、これまでのように磁気ディスクの最表面のみを考慮して、浮上隙間を制御したのでは、実際の磁気ヘッドと磁性膜の間の浮上隙間が変化し、情報の書き込み、読み出しが不安定になり、磁気ディスク装置の信頼性が低下するという課題を有していた。

【0006】特に、情報の書き込み時に磁性膜での磁束密度の変化により、浮上隙間が大きいと磁性膜の磁化不足による S/N 比の低下、浮上隙間が小さいと過剰磁化による隣接記録部の磁化という問題を生じる。また、情報の読み出し時には、磁気ヘッドの磁束密度が変化し、読み出し信号が不安定になる。

【0007】本発明の目的は、磁気ディスクの表面構造に関係なく磁気ヘッドと磁性膜との間の浮上隙間を安定にし、信頼性の高い磁気ディスク装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的は、情報が記録される磁性膜をその表面に形成し、この磁性膜の上面に保護膜を形成した回転記録円板と、この記録円板との間で情報の読み出し又は書き込みを行う磁気ヘッドと、この磁気ヘッドを支持する支持体とを備えた磁気ディスク装置において、前記支持体に前記磁性膜の表面からの前記磁気ヘッドの浮上隙間を測定する測定装置と、この測定装置が出力する浮上隙間測定信号と浮上隙間目標信号とに基づいて前記磁気ヘッドの浮上隙間に対応した制御信号を出力する制御演算部と、この制御演算部の出力信号に応じて前記浮上隙間を調節する磁気ヘッド高さ位置調整用アクチュエータとを設けることにより達成される。

【0009】また、情報が記録される磁性膜をその表面に形成し、この磁性膜の上面に保護膜を形成した回転記録円板と、この記録円板との間で情報の読み出し又は書き込みを行う磁気ヘッドと、この磁気ヘッドを支持する支持体とを備えた磁気ディスク装置において、前記支持体に少なくとも一面に反射面を形成した基板を取り付け、この基板に発光素子と、この発光素子で発光した光を複数の分岐し前記反射面に導く入射側導波路と、前記反射面に導かれて反射した光を受光して受光強度信号を出力する複数の受光素子と、前記反射した光を受光素子に導く反射側導波路とを設け、前記受光素子により受光された受光強度信号の校正データを記憶する記憶装置を有し、この記憶装置に前記複数の受光素子により受光された受光強度信号を入力して前記磁気ヘッドと前記磁性膜との間の第 1 の浮上隙間と、前記磁気ヘッドと前記保護膜との間の第 2 の浮上隙間とに対応した制御信号を出力する制御演算部と、この制御演算部の出力信号に応じて前記浮上隙間を調節する磁気ヘッド高さ位置調整用アクチュエータとを設けることにより達成される。

【0010】また、磁性膜が形成され情報が記録される記録円板と、該記録円板との間で情報の読み出しまたは書き込みを行う磁気ヘッドと、該磁気ヘッドを支持する支持体とを備えた磁気ディスク装置において、前記支持体にコイルを取り付け、該コイルのインダクタンスを測定して磁気ヘッドと磁性膜との間の浮上隙間を測定する測定装置と、この測定装置が出力する浮上隙間測定信号

と浮上隙間目標信号とに基づいて前記磁気ヘッドと前記保護膜との間の浮上隙間に対応した制御信号を出力する制御演算部と、この制御演算部の出力信号に応じて前記浮上隙間を調節する磁気ヘッド高さ位置調整用アクチュエータとを設けることにより達成される。

#### 【0011】

【作用】情報を記録する記録円板には、情報を記録するための磁性膜が設けられ、この磁性膜の上面には保護膜が形成されている。これにより、磁気ヘッドのヘッドクラッシュが防止される。また、磁気ヘッドとこれら2つの膜表面との間の浮上隙間を測定するために、磁気ヘッドを支持する支持体に浮上隙間を測定する測定装置を設けている。

【0012】そして、この測定装置が光学的装置の場合には、磁性膜表面と磁気ヘッドとの間の浮上隙間及び保護膜の厚さを全反射光の反射強度を測定することにより求め、ヘッドクラッシュを防止する。ところで、測定領域に保護膜や磁性膜が介在すると、全反射面から測定領域に光が吸い込まれ、反射光強度が弱められる。入射角度を変化させると、保護膜厚さおよび屈折率の違いにより反射光強度が変化するから、いくつかの入射角度で光を全反射面に入射し、反射光もいくつかの角度で測定すれば、保護膜厚さ及び磁気ヘッドの浮上隙間が求められることになる。この浮上隙間を制御して、読み出し信号又は書き込み信号の最も安定する最適浮上隙間に磁気ヘッドを位置決めする。また、ヘッドクラッシュを起こす可能性のある危険領域に磁気ヘッドがあるときは、速やかに危険領域から退避させる。

【0013】また、支持体にコイルを巻回して、このコイルのリアクタンスの変化からも磁気ヘッドと磁性膜との浮上隙間を求めることができる。ここで、保護膜厚さ分布を予め求めておけば、磁気ヘッドと保護膜表面との隙間が求められるので、磁気ヘッドのヘッドクラッシュを防止できる。

#### 【0014】

【実施例】図1に本発明の一実施例を示す。回転中心4を中心として回転する磁気ディスク3に対面して支持体1が取り付けられている。そして、支持体1は磁気ヘッド高さ位置調整用アクチュエータ6により、磁気ディスク3の表面からの浮上隙間を制御される。ここで、浮上隙間とは各表面から磁気ヘッドまでの距離である。即ち、機械的浮上隙間は保護膜表面から磁気ヘッドまでの距離であり、磁性的浮上隙間は磁性膜から磁気ヘッドまでの距離である。磁気ヘッド高さ位置調整用アクチュエータ6は、アーム14によりトラック位置アクチュエータ10に連結され、磁気ディスク制御回路9のトラック位置指令信号105により、磁気ディスク3の半径方向に動くようになっている。図2に示すように、磁気ヘッド2は支持体1の側面に取り付けられ、結線112により可変増幅回路11と電氣的に結ばれている。そして、磁性的浮

上隙間信号101により増幅度が制御された書き込み信号106を、磁気ディスク3へ書き込む。または、磁気ディスク3の情報を読み出し、読み出し信号107に変換する。

【0015】光学変換器5は、底面の高さを光学変換器5の底面と一致させて、支持体1の側面に取付けられている。そして、結線113で浮上隙間演算部7と電氣的に結ばれ、支持体1と磁気ディスク3との間の浮上隙間を測定する。そして磁性的浮上隙間信号101と機械的浮上隙間信号102とを制御演算部8に、磁性的浮上隙間信号101だけは可変増幅回路11にも送る。制御演算部8は、磁気ディスク制御回路9からの浮上隙間目標信号103と前記磁性的浮上隙間信号101とを比較し、その偏差がゼロになるよう制御する。また、機械的浮上隙間信号102により磁気ヘッド2と磁気ディスク3最表面との間に形成される機械的浮上隙間を制御する制御信号103を、磁気ヘッド高さ位置調整用アクチュエータ6に送り、機械的浮上隙間を制御する。

【0016】次に、光学変換器5及び浮上隙間演算部7の詳細について説明する。図3に光学変換器5及び浮上隙間演算部7の構成を示す。光学変換器5の各光学素子は、従来から知られたもので、例えば、西原浩著「光集積回路」(オーム社刊、1985)に記載されている。光学変換器5は基板16上に形成した発光素子17と、発光素子17からの光を発光素子17側に設けた受光素子20dと入射光導波路18a~18cに導く光導波路21a、21bと、光導波路21aの光を基板16の下端面(以下、全反射面15と呼ぶ)に導く3本の入射光導波路18a~18cと、光導波路21bの光強度を検出する受光素子20dと(以上が発光素子17側に設ける)、全反射面15で反射した光を受光素子20a~20cに導く反射光導波路19a~19cと、上記光の強度を検出する受光素子20a~20cと(以上は発光素子のない側、すなわち反射側に設ける)、から構成される。発光素子17で発光された光のうち上端面に出る光は、光導波路21bを経て受光素子20dに導かれ、この受光素子20d出力は、発光素子17の発光強度を制御する信号として使用される。下端面にでた光は光導波路21aを経て3つに分けられ、入射光導波路18a~18cで全反射面15まで導かれる。入射光を3分する理由については後述する。このとき、全反射面15に入射する角度は各々 $i_1$ 、 $i_2$ 及び $i_3$ となっている。これら $i_1$ 、 $i_2$ 及び $i_3$ の角度で入射した光が反射する角度に対応して反射光導波路19a~19cが設けられており、反射光を受光素子20a~20cに導き、反射光強度を検出する。本実施例では、光学素子は薄膜中に形成され、その薄膜中にプリント等で光導波路も形成される。浮上隙間演算部7は増幅器23a~23dと、A/D変換部27と、変換テーブル129aと、変換テーブル129bと、D/A変換部130aと、D/A変



換部 1130b と、発光素子駆動回路 28 から構成されている。そして、発光素子駆動回路 28 の出力である発光素子駆動信号 26 により、発光素子 17 を発光させている。また、発光素子側に設けた受光素子 20d で検出した光強度信号 22d を増幅器 23d で増幅し、発光出力信号として発光素子駆動回路 28 にフィードバックし、その発光出力を一定にしている。受光素子 20a ~ 20c で検出した受光強度信号 22a ~ 22c は、増幅器 23a ~ 23c で増幅されて反射率信号 24a ~ 24c として、A/D 変換部 27 に導かれる。そしてデジタル化された信号を、変換テーブル 129a と変換テーブル 129b とを用いてデジタル化された浮上隙間信号に変換した後、D/A 変換部 130a と D/A 変換部 1130b とでそれぞれアナログ信号化されて、浮上隙間測定信号 I (磁性的浮上隙間信号) 101 及び浮上隙間測定信号 II (機械的浮上隙間信号) 102 を算出する。

【0017】磁気ディスク 3 が基板の全反射面 15 より充分離れていると、入射光は全反射面で全反射する。その時の受光素子 20a ~ 20c の出力は、反射率 1 であるとする。このことは、受光素子 20a ~ 20c の受光感度のバラツキがあるとか、各導波路の伝送特性にバラツキ等があるとかしても、全反射状態で増幅器 23a ~ 23c の増幅度を調整し正規化することにより、反射率を特定できることを意味する。

【0018】次に全反射面に磁気ディスク 3 が近づいた場合について説明する。図 4 に磁気ディスク 3 の一般的な表面構造を示す。ベース 51 の表面に磁性膜 52 を形成し、その表面を保護膜 53 で保護している。このような構造のため、磁気ヘッド 2 と磁性膜 52 表面との最適磁性的浮上隙間を求めるには、浮上隙間に保護膜を含んだまま測定する必要がある。

【0019】ここで、最適磁性的浮上隙間は磁性膜 52 の表面から一定高さ離れたところにヘッドが位置した場合に得られ、同様に、機械的浮上隙間の下限は保護膜 53 の表面から一定高さ離れたところにヘッドが位置した場合に得られる。したがって、保護膜、磁性膜の膜厚のバラツキ、ベースのうねりや凹凸により機械的浮上隙間の下限が最適磁性的浮上隙間となるヘッド位置よりもディスク面から離れた位置になることがある。特に、保護膜の厚いところで、このような逆転現象が生じやすい。この位置を接触危険領域と呼び、これがヘッドクラッシュを引き起こす一要因となる。したがって、このような現象を避ける必要がある。

【0020】以下、接触回避方法と、浮上隙間の測定方法について説明する。保護膜 53 の上に基板 16 を配置した場合の浮上隙間と反射率の関係を図 5、図 6 に示す。図 5 は入射角が 45° の光導波路の場合で、横軸を磁性的浮上隙間、縦軸を反射率とし、典型的な保護膜の厚さ (0nm, 10nm, 20nm, 30nm, 40nm, 50nm) をパラメータにして、表した図である。ここで、入射角は基板 16 の屈

折率により定まる臨界角以上であればよく、ここでは磁性的浮上隙間と保護膜厚さが分離しやすい 45° と 65° としている。なお、保護膜の屈折率はカーボンスパッタ膜を想定して、 $2.4 - 0.6i$  ( $i$  は複素屈折率の虚部を表す)、磁性膜の屈折率はクロム膜を想定して、 $2.7 - 3.0i$  とした。図 6 は入射角が 65° の光導波路の場合で図 5 と同様に表した図である。これらの図から判るように 45° の光導波路より 65° の光導波路のほうが浮上隙間に対する反射率の変化が大きく、保護膜の厚さによっても変化している。したがって、この 2 つの角度の反射率から、磁性的浮上隙間と機械的浮上隙間 (磁性的浮上隙間 - 保護膜厚さ) を求めると図 7、図 8 となる。この 2 つの図から、磁性的浮上隙間の測定値をパラメータに 45° 光導波路の反射率に対する 65° 光導波路の反射率のテーブルを求め、それを変換テーブル 129a と変換テーブル 129b とに記憶して置けば、反射光強度から磁性的浮上隙間信号 101 と機械的浮上隙間信号 102 が得られる。

【0021】以上の説明は保護膜の材質が変化しない場合についてである。この場合、変化するパラメータが 2 個であるから、磁性的浮上隙間信号と機械的浮上隙間信号を求めるのに必要な入射角は 2 種類でよかったが、パラメータが増加した場合には、必要に応じて入射角の種類を増やすことで対応できる。これが、前述した実施例において、入射光導波路を 3 分した理由である。

【0022】制御演算部 8 は磁気ディスク制御回路 9 からの浮上隙間目標信号 103 と前記磁性的浮上隙間信号 101 とを比較し、その偏差がゼロになるように制御信号 104 を磁気ヘッド高さ位置調整用アクチュエータ 6 に送り、支持体 1 を上下方向に微動させ、浮上隙間を制御する。なお、機械的浮上隙間信号 102 が限界値より小さくなることは、支持体 1 と磁気ディスク 3 が接触する可能性を意味する。そこで、機械的浮上隙間を磁性的浮上隙間に優先させ、限界値を確保するように制御信号 104 を補正して、支持体 1 と磁気ディスク 3 の接触を回避する。このとき、磁性的浮上隙間が最適値より大きくなり、磁性的浮上隙間の増加による信号レベルの低下が生じる。また、磁性的浮上隙間信号 101 も大きくなる。この磁性的浮上隙間信号に応じて可変増幅回路 11 の増幅度を増加し、磁性的浮上隙間の増加による信号の低下分を補償し、全体的な増幅度を一定にする。これにより、情報の書き込み読み出しの信頼性が向上する。

【0023】また、磁性的浮上隙間の変化が速く、磁気ヘッド高さ位置調整用アクチュエータ 6 の応答に遅れが生じる場合には磁性的浮上隙間が一定にならず、偏差が生じる。この場合にも、磁性的浮上隙間信号 101 に応じて可変増幅回路 11 の増幅度を増減し、磁性的浮上隙間の増減による信号の変化分を補正して、全体的な増幅度を一定にすることが可能となる。

【0024】図 9 および図 10 に可変増幅回路 11 の詳

細を示す。図 9 は書き込み方法である。書き込み信号 106 はヘッド駆動回路 37 を介してトランジスタ 33 ~ 36 を駆動し磁気ヘッド 2 に電流を流し、書き込みを行う。このとき、電源 31 と直列に定電流電源 32 が接続してあり、その電流値を磁性的浮上隙間信号 101 を用いて制御することにより、磁性的浮上隙間の变化により变化する書き込みレベルを一定にしている。読み取り方法を図 10 に示す。磁気ヘッド 2 からの信号レベルは磁性的浮上隙間により变化するが、増幅度可変増幅器 38 の増幅度を磁性的浮上隙間信号 101 を用いて制御することにより、読み取り信号 107 のレベルを一定にすることが可能となる。

【0025】次に、機械的浮上隙間信号 102 から磁性的浮上隙間信号 101 を算出する方法について述べる。この方法は浮上隙間信号として機械的浮上隙間信号のみが測定可能な場合に適用できる。図 11 に演算方法を示す。磁気ディスク表面を回転方向及びトラック位置方向に必要な分割数に分割し、番地付けをし、その部分での保護膜の厚さを予め測定しておき、保護膜厚記憶テーブル 42 に記憶する。磁気ディスク回転位置とトラック位置が上位演算機により指令されると、磁気ディスク回転位置信号 109 及びトラック位置信号 110 が対応した保護膜厚信号 108 を保護膜厚記憶テーブル 42 から読み出し、磁性的浮上隙間演算回路 41 に送る。磁性的浮上隙間演算回路 41 では、保護膜厚信号 108 と機械的浮上隙間信号 102 を加算し、磁性的浮上隙間信号 101 を算出する。この信号によっても前述と同様な制御が可能である。

【0026】本発明の他の実施例を、図 12、図 13 を用いて説明する。支持体 1 の側面に磁気ヘッド 2 を構成している記録再生コア 61 と、記録再生コイル 62 が設けられており、これらにより磁性膜 52 に情報の記録再生を行っている。この周りに磁性体で出来た測定コア 63 とその中を流れる磁力線を検出出来るよう巻かれた測定コイル 64 が設けられてる。このように構成すると、測定コイル 64 のインダクタンスは、測定コア 63、磁性的浮上隙間及び磁性膜 52 で決まる磁路抵抗と反比例する。この磁路抵抗のなかで、測定コア 63 と磁性膜 52 の磁路抵抗は一定であるが、磁性的浮上隙間の磁路抵抗は磁性的浮上隙間に比例して変化する。したがって、測定コイル 64 のインダクタンスを測定し、その測定値を変換することにより磁性的浮上隙間信号 101 が得られる。ただし、この場合、磁性膜 52 を流れる磁束の磁束密度は磁性膜 52 の記録内容を書き換えない量以下にする必要がある。図 1 の光学変換器 5 の代わりに、測定コア 63、測定コイル 64 を設け、浮上隙間演算部 7 に上記インダクタンスの測定部と、変換器を設けることにより、磁性的浮上隙間を制御できる。しかし、検出方法の本質上、機械的浮上隙間を求めることは出来ない。な

お、磁性膜上の磁気記録パターン等の影響を受けるが、磁気ヘッド 2 そのもののインダクタンスを測定することでも、上記制御は可能である。

【0027】なお、図 2 に示すように磁気ヘッドが読み出し又は書き込みする位置と、測定装置が測定する位置が違う場合には、測定装置が測定する位置を磁気ヘッドが読み出し又は書き込みする位置より前方にすれば、本発明をよりよく実施できる。また、この場合には、測定装置の測定データを時間遅れをもって処理すれば、磁気ディスクの回転数がほぼ一定であるので、磁気ヘッドの位置決めされた位置でのデータとしてフィードバックでき、より安定した磁気ヘッドの位置決めができる。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、磁気ディスクの保護膜の厚さ変化に関係なく磁性的浮上隙間を測定できるので、磁性的浮上隙間を一定に制御できるという効果がある。また、この制御を行なう中で、機械的浮上隙間が支持体と磁気ディスクが接触する限界値以下になった場合には、限界値より大きくするよう制御している。それとともに、増大する磁性的浮上隙間の値に応じて書き込み信号、読み出し信号の増幅度を変え、情報の書き込み、読み出しレベルを一定にしている。その結果、情報の信頼性が向上するという効果がある。

【0029】

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例の構成図である。

【図 2】支持体の斜視図である

【図 3】光学変換器の模式図である。

【図 4】磁気ディスク表面の断面図である。

【図 5】45° 光導波路の反射率を示す図である。

【図 6】65° 光導波路の反射率を示す図である。

【図 7】磁性的浮上隙間のテーブルを示す図である。

【図 8】機械的浮上隙間のテーブルを示す図である。

【図 9】書き込み方法を示す図である。

【図 10】読み出し方法を示す図である。

【図 11】磁性的浮上隙間の演算方法を示す図である。

【図 12】磁性的測定法の説明図である。

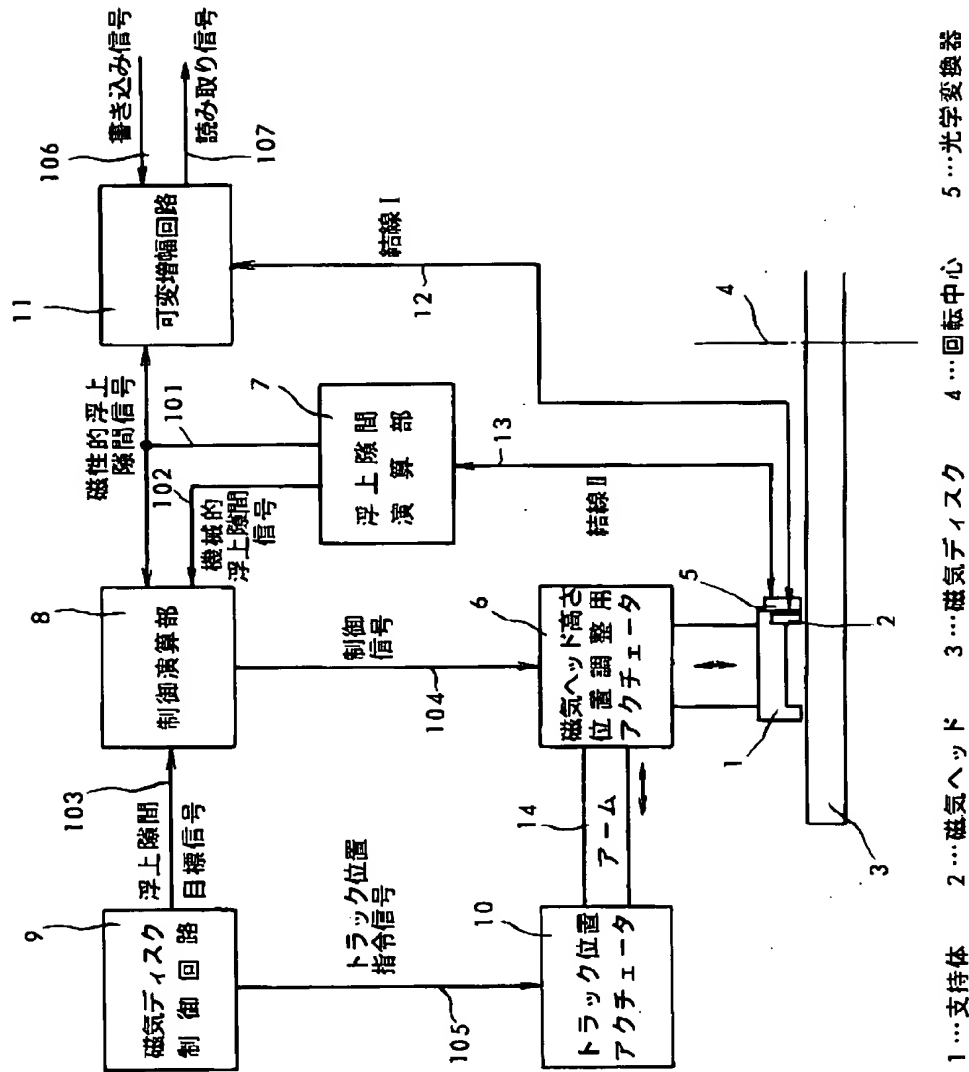
【図 13】図 12 の A-A 断面図である。

【符号の説明】

- 1 … 支持体
- 2 … 磁気ヘッド
- 3 … 磁気ディスク
- 5 … 光学変換器
- 6 … 磁気ヘッド高さ位置調整用アクチュエータ
- 7 … 浮上隙間演算部
- 8 … 制御演算部
- 9 … 磁気ディスク制御回路
- 11 … 可変増幅回路

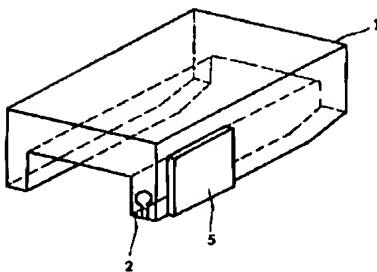
【図1】

磁気ディスク装置の構成図（図1）



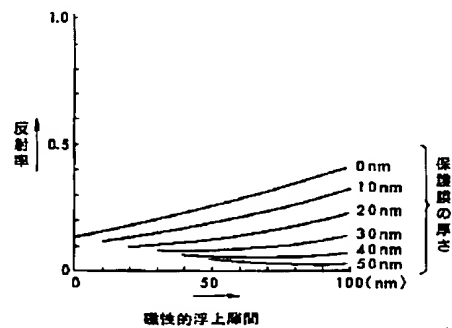
【図2】

支持体の詳細図（図2）



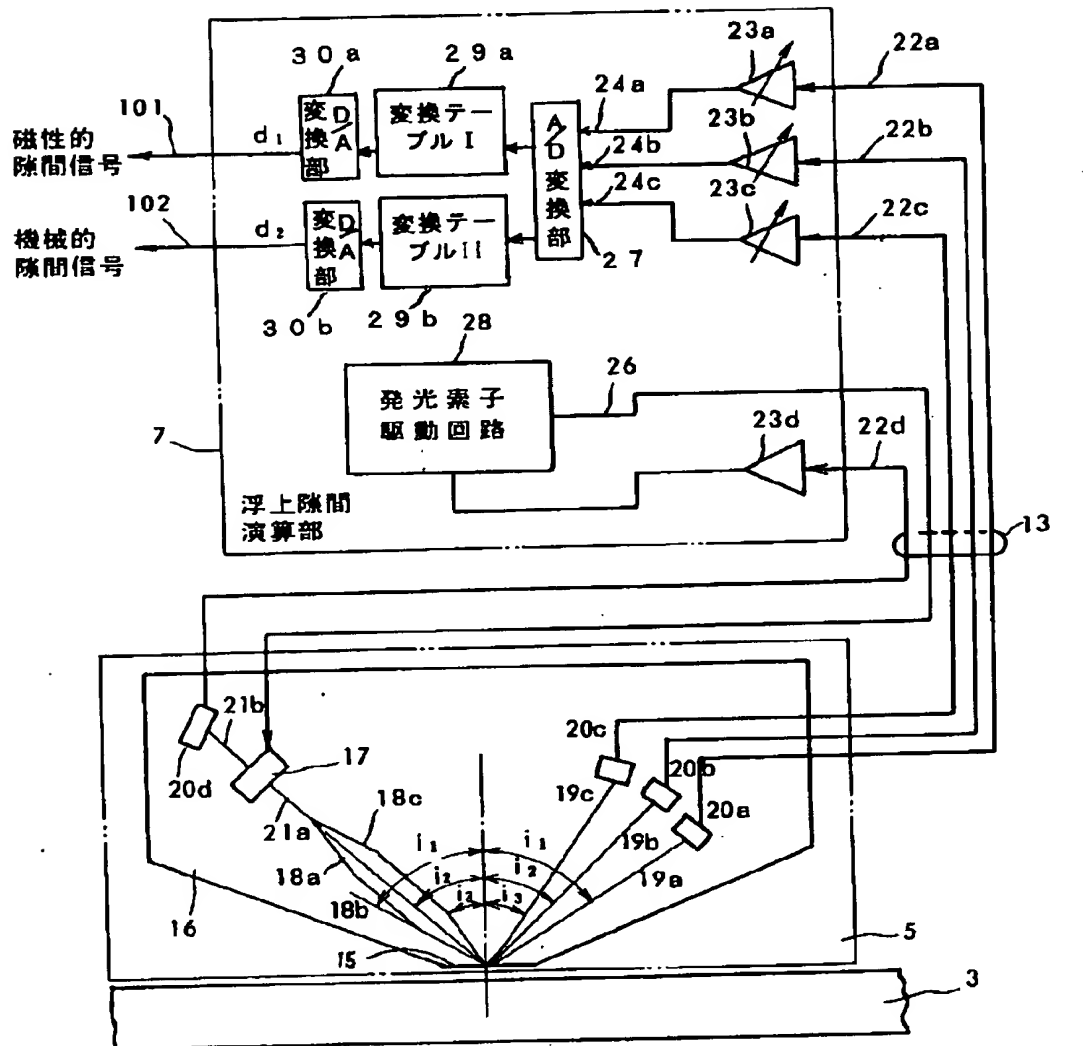
【図5】

45°光導波路の反射率（図5）



【図3】

## 光学変換器の詳細図（図3）



13 … 結線Ⅱ

15 … 全反射面

16 … 基板

17 … 発光素子

18 … 入射光導波路

19 … 反射光導波路

20 … 受光素子

21 … 光導波路

22 … 受光強度信号

23 … 増幅器

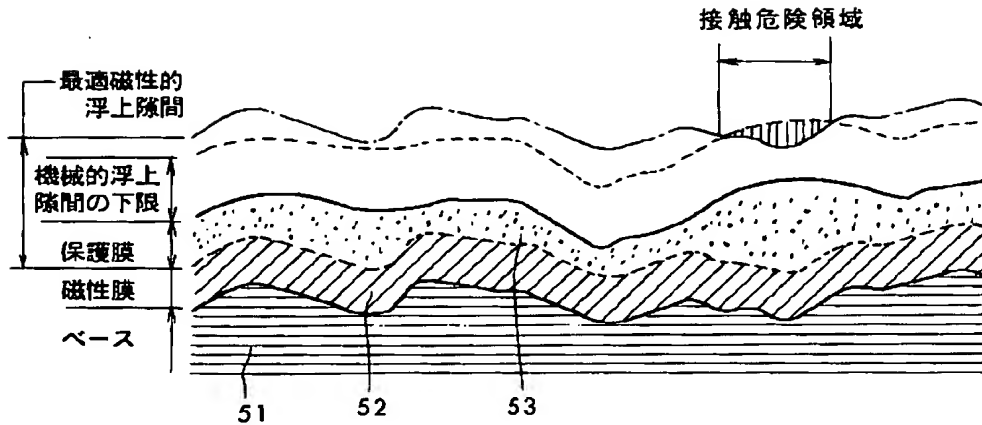
24 … 反射率信号

25 … 発光強度信号

26 … 発光素子駆動信号

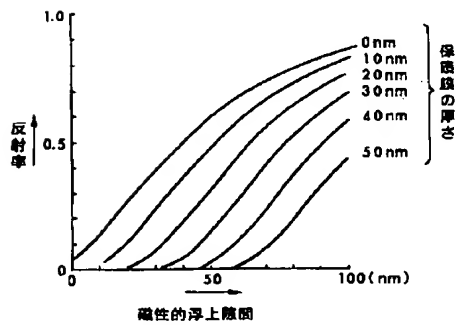
【図4】

磁気ディスク表面の断面図（図4）



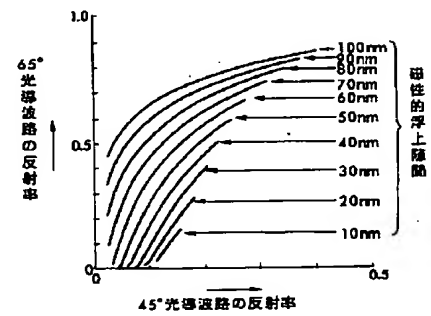
【図6】

65°光導波路の反射率（図6）



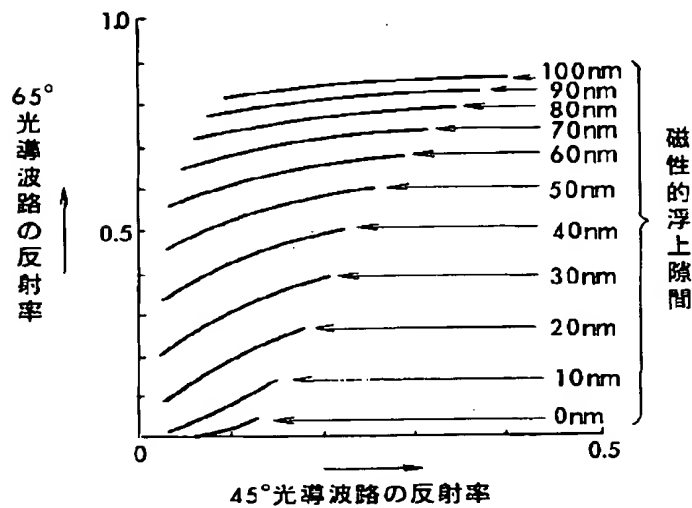
【図7】

磁性的浮上隙間（図7）



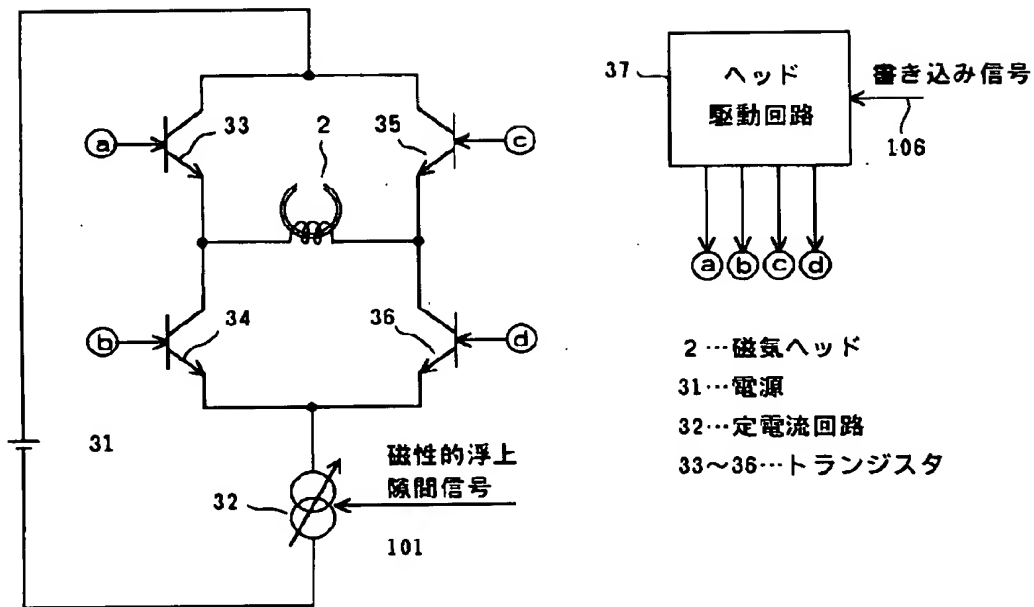
【図8】

機械的浮上隙間（図8）



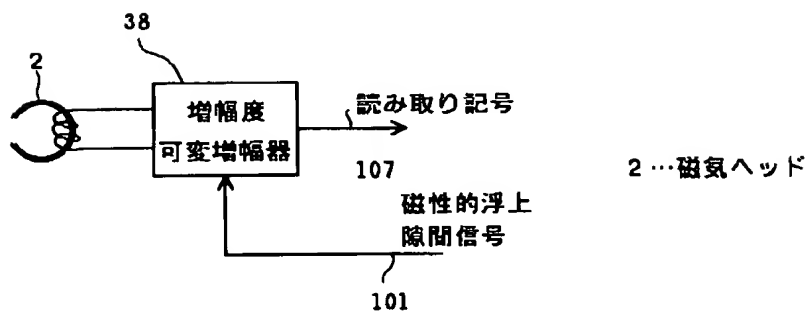
【図 9】

## 書き込み方法 (図 9)



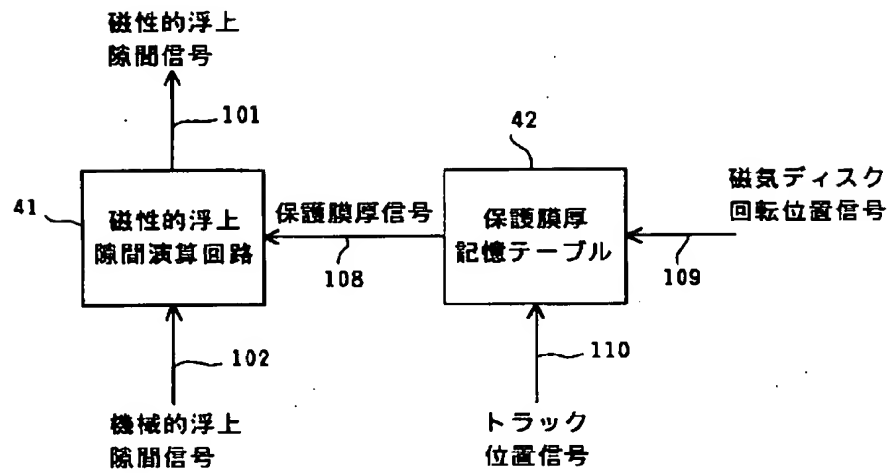
【図 10】

## 読み取り方法 (図 10)



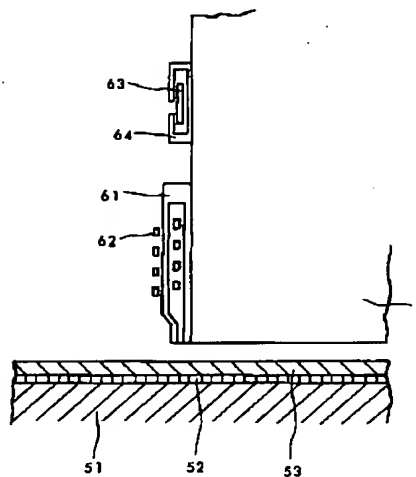
【図11】

## 磁性的浮上隙間演算方法（図11）



【図13】

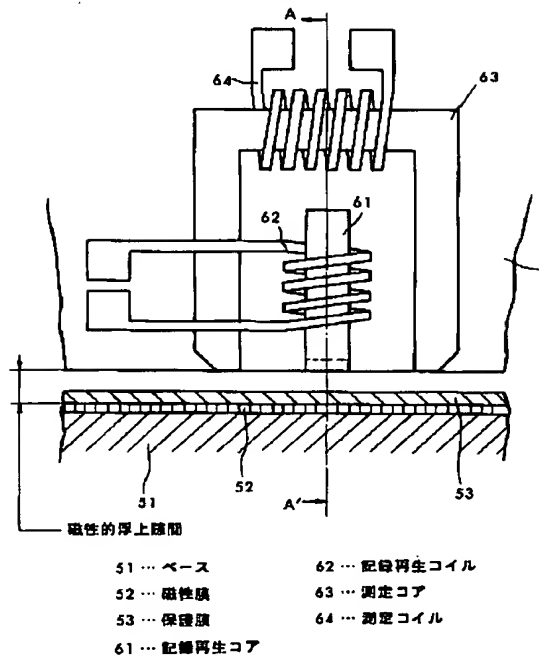
図12のA-A'断面図（図13）





【図 12】

磁気的測定法の説明図（図12）



フロントページの続き

(72)発明者 赤津 利雄  
 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日  
 立製作所機械研究所内